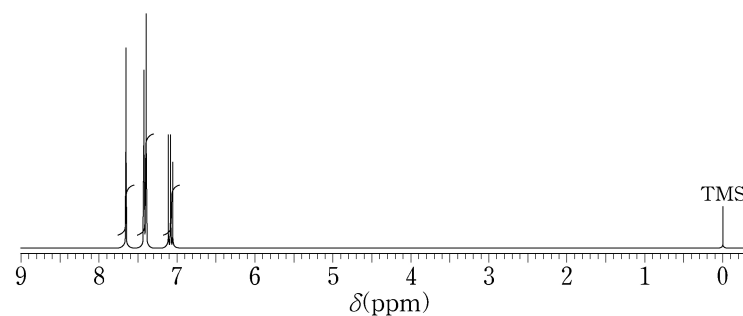


화 학

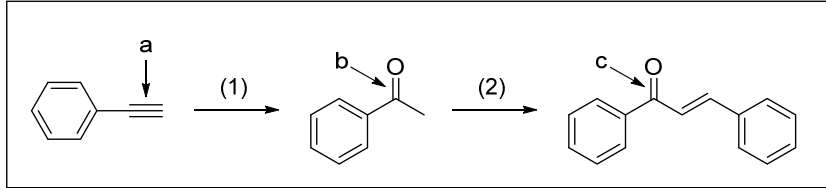
성명 : ()

제1차 시험	2 교시 전공 A	12문항 40점	시험 시간 90분
--------	-----------	----------	-----------

2. 다음은 할로젠(halogen) 원자 2개를 포함하는 어떤 유기 화합물의 질량 스펙트럼과 ^1H NMR 스펙트럼이다. 이 화합물의 구조를 그리시오. [2점]



3. 다음은 phenylacetylene으로부터 최종 주생성물 (*E*)-chalcone을 합성하는 과정이다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)

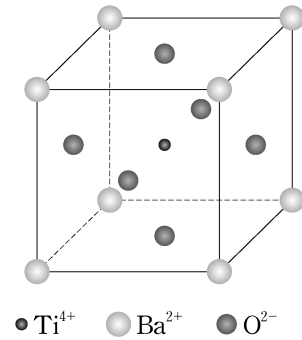


<보 기>

- ㉠ PhCH₂OH, NaOH ㉡ HgSO₄, H₂SO₄, H₂O
 ㉢ PhCHO, NaOH ㉣ 1) BH₃·THF, 2) H₂O₂, NaOH

(1)과 (2)에 들어갈 적절한 반응 조건을 <보기>의 ㉠~㉣에서 1가지씩 골라 순서대로 쓰시오. 또한, IR 스펙트럼에서 결합 a~c를 신축 진동 파수(cm⁻¹)가 큰 것부터 작은 순서로 나열 하시오. [2점]

4. 그림은 BaTiO₃의 입방 단위 세포(cubic unit cell)를 나타낸 것이며, 여기에서 Ba²⁺, Ti⁴⁺, O²⁻은 각각 꼭짓점, 체심, 면심에 위치한다.



Ba²⁺과 O²⁻의 배위수를 각각 쓰시오. 또한, 입방 단위 세포 모서리의 길이가 *a*이고, Ba²⁺과 O²⁻의 반지름 비($\frac{R_{Ba^{2+}}}{R_{O^{2-}}}$)가 *c*일 때, 단위 세포의 부피에서 O²⁻이 차지하는 부피의 비율을 π 와 *c*를 포함하는 값으로 나타내시오. [2점]

5. <자료 1>은 2015 개정 과학과 교육과정에 따른 통합과학 ‘산과 염기’에 대한 지도 교사와 예비 교사의 대화의 일부이고, <자료 2>는 활동의 일부이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

예비 교사: 선생님, 지난 시간에 학생들이 산과 염기 용액에 미지의 지시약을 넣어 색의 변화를 관찰하는 <자료 2>의 활동을 했어요.

지도 교사: 산과 염기 용액을 사용할 때 학생들에게 안전에 대한 주의 사항을 강조하며 주지시켰지요?

예비 교사: 네, 그랬습니다. 그런데 이 활동을 어려워하는 학생들도 있었어요. 그 학생들은 피아제(J. Piaget)의 변인 통제 논리에 기반을 두는 사고를 못하는 것일까요?

지도 교사: 그렇게 생각할 수 있죠. 그런데 이 활동에는 변인 통제 논리와 함께 (㉠) 논리가 반드시 필요해요. 선생님은 활동을 어려워하는 학생들을 위해서 추가 지도를 하셨나요?

예비 교사: 네, ㉠ 활동을 통한 학습이 어려운 학생들을 대상으로 이해를 돕는 그림을 제공하고 설명했더니 학생들이 관련 개념을 쉽게 이해하고 활동을 원활하게 수행했어요.

<자료 2>

[준비물]

산성 용액 A, 염기성 용액 B, 미지 지시약 (a, b, c), 6홈판, 비커, 스포이트, ... (생략) ...

[활동]

○ 용액 A, B에 미지 지시약 a, b, c를 3~4 방울 넣고 용액의 색 변화를 관찰하는 실험을 한 뒤, 다음과 같은 표를 작성한다. (단, 용액과 지시약은 모든 종류를 이용하고, 용액끼리 또는 지시약끼리는 섞지 않는다.)

용액	지시약	나타난 색

... (하략) ...

<작성 방법>

○ 피아제(J. Piaget)의 인지 발달 이론에 따라, <자료 2> 활동이 가능한 학생의 인지 발달 단계를 쓰고, 그 이유를 ㉠을 포함하여 쓸 것.

○ 비고츠키(L. Vygotsky)의 사회·문화 이론에 따라, 예비 교사가 지도한 ㉠의 역할을 쓰고, 그 이유를 쓸 것.

6. <자료 1>은 성취 기준에 따라 예비 교사가 설계한 실험 내용이고, <자료 2>는 성취 기준 해설과 지도 교사가 예비 교사에게 제공한 실험 설계 내용에 대한 [피드백]이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오. [4점]

<자료 1>

실험 목표: 산과 염기 용액을 섞었을 때의 액성(산성, 중성, 염기성) 변화에 따른 지시약의 색 변화를 관찰하고 용액의 온도 변화를 측정하는 실험을 수행하고 그 결과를 해석할 수 있다.

준비물: 5% 염산, 5% 수산화 나트륨 수용액, BTB 용액, 비커, 스포이트, 피펫, 교반기, 자석 젓개 막대, 온도계, pH 미터, 시험관, 눈금 실린더, 100 mL 부피 플라스크, 실험복, 보안경, 실험용 고무장갑

[실험 과정]

(가) 비커에 5% 염산 20 mL를 넣고, 자석 젓개 막대를 넣은 후 다음 과정 동안 교반시킨다.

(나) (가)의 용액에 BTB 용액 3~4 방울을 넣고 온도를 측정하고, 용액의 색깔을 기록한다.

(다) (나)의 용액에 피펫을 사용하여 수산화 나트륨 수용액 4 mL씩 첨가하면서 온도를 측정하고, 용액의 색깔을 기록한다.

(라) (다)의 용액 색깔이 초록색이 되면 온도를 측정한 후 실험을 멈춘다.

[실험 결과]

1. 다음 표를 작성한다.

수산화 나트륨 수용액의 부피(mL)	0	4	8	12	16	20	24	28
용액의 색깔								
온도								
용액의 액성								

... (중략) ...

[참고 자료]

지시약 \ 액성	산성	중성	염기성
BTB	노란색	초록색	푸른색

<자료 2>

2015 개정 과학과 교육과정의 성취 기준 해설 [10통과06-04] 중화 반응 과정에서의 변화는 용액의 온도 변화와 지시약의 색 변화만을 다룬다.

[피드백]

① pH 미터와 100 mL 부피 플라스크는 불필요한 준비물입니다.

② 실험 과정 중 오류가 있습니다.

... (하략) ...

<작성 방법>

○ <자료 1>에서 실험 목표를 고려할 때, [실험 과정]의 (가)~(라) 중 오류가 있는 과정 1개를 골라 쓰고, 올바르게 수정할 것.

○ <자료 2>에서 ①의 피드백 이유를 2015 개정 과학과 교육과정 성취 기준 해설과 실험 기구 용도를 근거로 하여 설명할 것.

7. <자료 1>은 STS 수업 모형을 적용한 ‘폐광 지역의 산성화된 토양 되살리기’ 수업 계획이고, <자료 2>는 중화 반응 실험에 대한 교사와 예비 교사의 대화이다. <작성 방법>에 따라 서술하시오.

[4점]

-<자료 1>-

학습 목표: 폐광 지역의 산성화된 토양을 되살리기 위한 방안을 제시하고 실천할 수 있다.

단계	교수 · 학습 활동
문제로의 초대	• ()
탐색	• 산성화된 토양을 되살리는 다양한 방법에 대한 탐색 활동을 수행하게 한다. - 인터넷 조사 - 중화 반응 탐구 활동 계획 수립 및 수행 - 전문가 면담 등
설명 및 해결 방안 제시	• 폐광 지역의 산성화된 토양을 되살리기 위한 해결 방안을 제시하게 한다.
㉠	• ‘폐광 지역의 산성화된 토양 되살리기’ 동영상용 제작하여 SNS를 통해 홍보하게 한다.

-<자료 2>-

예비 교사: 산성 수용액에 탄산 칼슘을 조금씩 넣으면서 pH의 변화를 보면 토양이 중화되어 가는 과정을 이해하는 데 도움이 되지 않을까요?

교 사: 좋은 생각입니다. 다만 탄산 칼슘의 용해도가 낮으므로 탄산 칼슘이 잘 녹을 수 있도록 산성도가 높은 수용액을 사용하고, 녹이면서 투명하게 되었는지 확인하는 과정이 필요해요.

예비 교사: 네. 0.1 M 염산 100 mL에 탄산 칼슘을 당량점에 도달할 때까지 0.1 g씩 계속 가하는 실험을 해 보면 중화되는 과정을 확인할 수 있을 거예요. 탄산 이온과 H^+ 의 반응비를 고려하여 염산에 포함된 H^+ 의 몰수의 반에 해당하는 0.5 g의 탄산 칼슘을 넣어 주면 중화 반응이 완결될겠지요.

... (중략) ...

교 사: 실험 결과는 어떻게 나왔나요?

예비 교사: 실제로 실험을 해 보니 다음과 같은 결과가 나왔어요.
그런데 균일한 용액이 되는 것을 확인하면서 탄산
칼슘을 당량점까지 넣어 줬는데 pH가 3.8이 되었네요.
당량점에서는 중성이 되는 것 아닌가요?

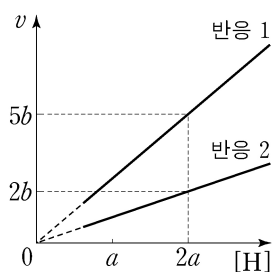
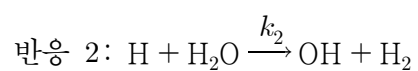
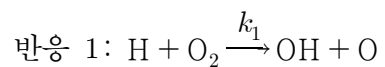
[실험 결과]

넣어 준 전체 탄산 칼슘의 질량 (g)	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
pH	1.0	1.1	1.2	1.4	1.7	3.8

-<작성 방법>-

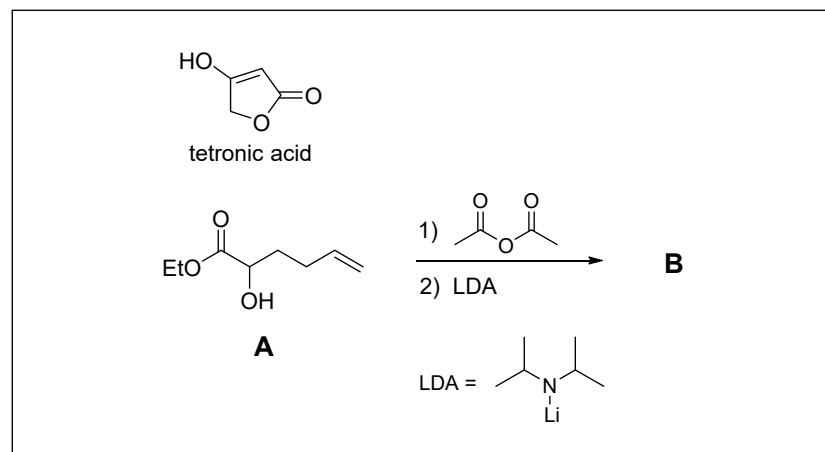
- STS 수업 모형의 단계를 고려하여 ㉠에 해당하는 구체적인 교수·학습 활동의 내용을 쓸 것.
- <자료 1>의 ㉡에 해당하는 단계를 쓰고, 이 단계에서 증진시킬 수 있는 2015 개정 과학과 교육과정의 과학과 핵심 역량 1가지를 쓸 것.
- <자료 2>에서 중화 반응과 관련하여 예비 교사가 가진 오개념을 쓸 것.

8. 다음은 2가지 단일 단계 반응과, 1000 K에서 H의 농도([H])에 따른 반응 1과 반응 2의 반응 속도(v)를 나타낸 그림이다. k_1 과 k_2 는 1000 K에서의 반응 속도 상수이다. 빈도 인자(frequency factor)와 활성화 에너지는 반응 1에서 각각 A_1 과 E_1 이고, 반응 2에서 각각 A_2 와 E_2 이며, $\frac{A_1}{A_2} = \frac{3}{2}$ 이고 $E_2 - E_1 = 2000x \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1}$ 이다.



그림의 반응 1과 2에서 O_2 와 H_2O 의 초기 농도가 각각 $[\text{O}_2]_0$ 와 $[\text{H}_2\text{O}]_0$ 일 때, $\frac{k_1}{k_2}$ 과 $\frac{[\text{H}_2\text{O}]_0}{[\text{O}_2]_0}$ 를 구하는 과정과 결과를 각각 쓰시오. (단, 기체 상수(R)는 $x \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ 이다.) [4점]

9. 다음은 tetronic acid를 케토-엔올 형태(keto-enol form)로 나타낸 구조와 그 유도체 **B**를 합성하는 반응식이다. 반응물 **A**로부터 2단계의 반응으로 주생성물 **B** ($\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_3$)를 합성할 수 있다. (단, 각 단계에서 적절한 분리·정제 과정을 수행하였다.)



Tetronic acid의 4가지 토포머(automer) 구조 중 제시된 형태를 제외한 나머지 3가지 구조를 그리시오. 또한, **B**의 구조를 방향족성(aromaticity)을 가진 토포머 형태로 그리시오. 그리고 **A**가 **B**로 전환되는 반응 과정에서 고리가 형성되는 단계의 메커니즘을 굵은 화살표를 사용하여 그리시오. [4점]

10. 다음은 입체수 4, 5, 6을 가질 수 있는 중심 원자 A와 4개의 원자 B로 구성된 화합물 AB₄ 중 하나인 X의 A-B 신축 진동에 대한 <자료>와 T_d의 <지표표>이다.

<자료>

	적외선 활성	라만 활성	적외선 활성이면서 라만 활성
X의 A-B 신축 진동 흡수띠의 수	1	2	0

<지표표>

T _d	E	8C ₃	3C ₂	6S ₄	6σ _d		
A ₁	1	1	1	1	1		x ² +y ² +z ²
A ₂	1	1	1	-1	-1		
E	2	-1	2	0	0		(2z ² -x ² -y ² , x ² -y ²)
T ₁	3	0	-1	1	-1	(R _x , R _y , R _z)	
T ₂	3	0	-1	-1	1	(x, y, z)	(xy, xz, yz)

중심 원자 A의 입체수가 5와 6일 때 원자가 껍질 전자쌍 반발 (VSEPR) 원리에 따른 AB₄ 구조에 해당하는 점군을 각각 쓰시오. 또한, AB₄가 정사면체 구조일 때, A-B 신축 진동에 해당하는 가약 표현을 각 대칭 조작에 해당하는 지표(character)로 쓰고, 적외선 활성이면서 라만 활성인 진동 모드에 해당하는 가약 표현을 쓰시오. 그리고 제시된 <자료>에 근거하여 X의 기하구조 (geometry)를 쓰시오. (단, A와 B는 임의의 원소 기호이고, 입체수는 공유전자쌍과 비공유전자쌍 수의 합이다.) [4점]

11. 다음은 철광석을 녹인 수용액을 과망가니즈산 포타슘 (KMnO₄) 수용액으로 적정하여 철의 함량을 결정하는 [실험]이다.

[실험]

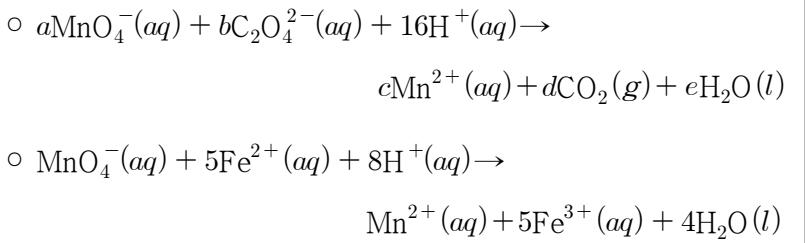
<과망가니즈산 포타슘 수용액의 표준화>

- (가) 0.55 g의 옥살산 소듐(Na₂C₂O₄, 몰질량 x g/mol) 일차 표준 물질이 녹아 있는 10 mL 산성 수용액을 만들었다.
- (나) (가)의 수용액 10 mL에 과망가니즈산 포타슘 수용액 11 mL를 가했을 때 당량점에 도달하였다.
- (다) (나)의 결과를 이용하여 과망가니즈산 포타슘 수용액의 농도를 결정하였다.

<철의 적정>

- (라) 철광석 1 g을 녹여 모든 철(몰질량 y g/mol)이 Fe²⁺으로 존재하는 산성 수용액 50 mL를 만들었다.
- (마) (라)의 수용액 50 mL에 과망가니즈산 포타슘 표준 용액 3 mL를 가했을 때 당량점에 도달하였다.

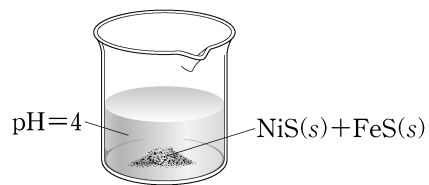
<관련 균형 반응식>



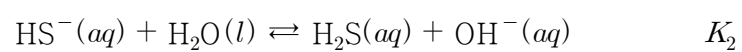
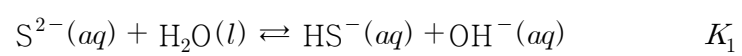
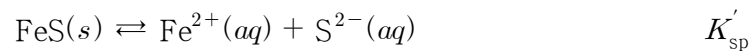
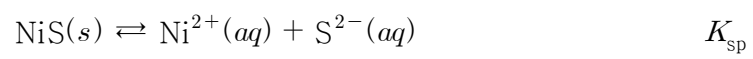
<관련 균형 반응식>에서 a와 b를 각각 쓰고 (다)에서 결정된 과망가니즈산 포타슘 표준 용액의 몰농도(mol/L)를 x로 나타 내시오. 또한, 실험 결과를 이용하여 철광석 1 g에 포함된 철의 질량(g)을 구하는 과정을 쓰고 그 결과를 x와 y를 포함한 식으로 나타내시오. [4점]

12. <그림>은 $\text{NiS}(s)$ 과 $\text{FeS}(s)$ 로 포화된 수용액을 나타낸 것이고, <자료>는 이와 관련된 평형 반응식과 25°C 에서의 평형 상수를 나타낸 것이다.

<그림>



<자료>



<자료>를 이용하여 수용액에서의 질량 균형식을 쓰고 $\text{NiS}(s)$ 과 $\text{FeS}(s)$ 의 용해도의 합을 $[\text{S}^{2-}]$, K_{sp} , K'_{sp} 로 나타내시오. 또한, $[\text{S}^{2-}]$ 를 K_{sp} , K'_{sp} , K_1 , K_2 로 나타내는 과정과 결과를 쓰시오. (단, 수용액의 pH는 4로 일정하고, 온도는 25°C 로 일정하며, 물의 해리는 무시한다.) [4점]

<수고하셨습니다.>